

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-024117

(43)Date of publication of application : 29.01.1999

(51)Int.Cl.

G02F 1/37

(21)Application number : 09-181165

(71)Applicant : HITACHI CABLE LTD

(22)Date of filing : 07.07.1997

(72)Inventor : SUNAGA YOSHINORI

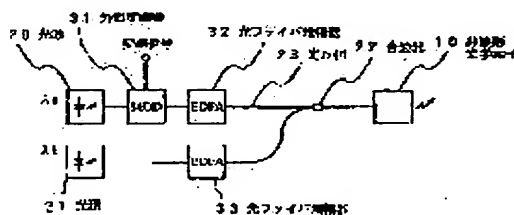
(54) RADIO WAVE GENERATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily generate high frequency radio wave by making up a radio wave generator of a plurality of light sources of different oscillated wavelengths and a non-linear optical element on which the beams of light emitted from the light sources are made incident at the same time and which generates radio wave of a frequency equal to the frequency difference of the incident light beams.

SOLUTION: This generator is comprised of light sources 20, 21, an external modulator 31, optical fiber amplifiers 32, 33, an optical multiplexer 22, and a non-linear optical element 10. A light beam outputted from the light source 20 of a wavelength λ_a passes through the external modulator 31, the optical fiber amplifier 32, and the optical multiplexer 22, and is made incident on the non-linear optical element 10. A light beam outputted from the light source 21 of a wavelength λ_b is made incident on the non-linear optical element 10 through the optical fiber amplifier 33 and the optical multiplexer 22. The

non-linear optical multiplexer element 10 is forming a thin film optical waveguide by using a material having 2nd order non-linearity, for example, KDP (KH₂PO₄). Thus, light beams from a plurality of light sources 20, 21 are made incident on the non-linear optical element 10 simultaneously, and a radio wave of a frequency equal to the frequency difference of the light beams is directly generated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.09.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3520727

[Date of registration] 13.02.2004

BEST AVAILABLE COPY

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-24117

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月29日

(51) Int.Cl.⁸
G 0 2 F 1/37

識別記号

F I
G 0 2 F 1/37

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-181165

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月7日

(71) 出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

(72) 発明者 須永 義則

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立

電線株式会社オプトロシステム研究所内

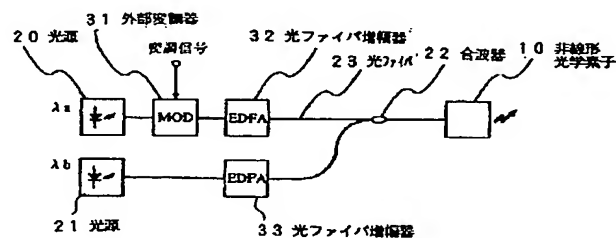
(74) 代理人 弁理士 松本 孝

(54) 【発明の名称】 電波発生器

(57) 【要約】

【課題】 極めて高い周波数の電波を容易に発生することが可能な電波発生器を提供すること。

【解決手段】 発振波長が僅かに異なる複数の光源からの出力光を非線形光学素子に同時に入射し、該非線形光学素子から前記複数の光源の光周波数の差に等しい周波数の電波を発生するように構成して成る。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 発振波長が異なる複数の光源と、それらの光源からの出力光を同時に入射して入射された光の周波数の差に等しい周波数の電波を発生する非線形光学素子を具備して成ることを特徴とする電波発生器。

【請求項 2】 非線形光学素子は、非線形媒質を光導波路に形成して成ることを特徴とする請求項 1 記載の電波発生器。

【請求項 3】 非線形光学素子は、コアが非対称の光ファイバで成ることを特徴とする請求項 1 記載の電波発生器。

【請求項 4】 非線形光学素子は、非線形係数が長さ方向に変化して成ることを特徴とする請求項 1 記載の電波発生器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電波発生器に関するものである。更に詳述すれば本発明は、非線形媒質に光が入射した時の非線形現象を利用して、極めて高い周波数の電波を発生する電波発生器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、ミリ波など周波数の非常に高い信号を発生・伝送する手段として、光信号処理を使う方法が提案されている。光は周波数の極めて高い電磁波であるからこの性質を使って信号処理を行なうことにより、電子回路では処理が難しい高い周波数の信号を比較的容易に扱うことができる。

【0003】 図 4 は、従来の光信号処理を使った高周波信号発生器（電波発生器と称す）の構成図である。波長 λ_a の光源 20、波長 λ_b の光源 21、外部変調器 31、光ファイバ 23、合波器 22、フォトダイオード 40、増幅器 41、アンテナ 50 で構成される。

【0004】 波長 λ_a の DFB（分布帰還型）レーザダイオード光源 20 と波長 λ_b の光源 21 は、合波器 22 により混合され、フォトダイオード 40 により電気信号に変換される。ここで、2 つの光源 20、21 からの光は混合された際に干渉を起こして、周波数 $f = (C/\lambda_b - C/\lambda_a)$ のビート信号を発生する。ただし、 C は真空中の光速である。フォトダイオード 40 は光の波の強度に比例した電気信号を出力するので、これによってビート信号の検波が行なわれ、ビート周波数と同じ周波数 f の電気信号が得られる。一例として $f = 10 \text{ GHz}$ の電気信号を得るには、それぞれの光源の波長を $\lambda_a = 1310.057 \text{ nm}$ 、 $\lambda_b = 1310.000 \text{ nm}$ とすれば良い。

【0005】 図 5 は、上述の光から電気への信号変換の説明図である。図 5 (a) は光源 20 と光源 21 の光周波数を表しており、図 5 (b) はこれら 2 つのビート周波数と同じ周波数 f の電気信号を表している。(a) から (b) への移行は、物理的に検波を意味している。

【0006】 フォトダイオード 40 から出力される電気信号は、増幅器 41 において増幅され、アンテナ 50 から電波として放射される。外部変調器 31 には外部入力端子が設けられており、変調信号を入力して波長 λ_a の光を強度変調しており、アンテナ 50 から放射される電波には強度変調が施される。

【0007】 光源 20 に DBR レーザを用い、 λ_a の光に光周波数変調を施せば、アンテナ 50 から周波数変調を施した電波を放射することもできる。

【0008】 以上で説明したように、光信号処理を用いることにより、電子回路で簡単には発生できない周波数、例えば数十 GHz の信号を容易に発生することができる。また、光源 20、21 からフォトダイオード 40 までの光ファイバの長さを延長することも可能であるため、等価的に高周波信号を低損失で長距離に亘り、伝送することが可能と成っている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 従来の電波発生器には、フォトダイオードや増幅器が高周波電気信号を扱わねばならないという問題がある。高周波信号の源となるビート信号の発生は光領域で行われるが、光から電気への変換、電気信号の増幅は電子回路で行なわなければならない。

【0010】 フォトダイオードは一般に高速な応答特性を持たせることが可能であるが、数十 GHz の信号を扱うことができるものはまだ少ない。増幅器についても数十 GHz を扱える回路は設計・製造が難しく一般に高価である。また、高周波になるほど雑音特性が悪くなり易いという問題もある。

【0011】 このため、従来の電波発生器ではシステムコストが高く、更に高い周波数への拡張性が不可能である。例えば百 GHz やそれを越える高周波信号に対して使用可能な回路は実現不可能と考えられる。

【0012】 以上のように、電子回路を利用している従来の電波発生器には限界がある。

【0013】 従って本発明の目的は、前記した従来技術の欠点を解消し、極めて高い周波数の電波を容易に発生することが可能な電波発生器を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】 本発明は上記の目的を実現するため、発振波長が異なる複数の光源と、それらの光源からの出力光を同時に入射して入射された光の周波数の差に等しい周波数の電波を発生する非線形光学素子とから構成して成る。

【0015】 前記非線形光学素子は、非線形媒質を光導波路に形成したものでも良い。

【0016】 また、前記非線形光学素子は、コアが非対称の光ファイバでも良い。

【0017】 更に、前記非線形光学素子は、非線形係数が長さ方向に変化していても良い。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を添付図面に基づいて詳述する。

【0019】図1は、本発明の電波発生器の一実施例を示す構成図である。光源20、21、外部変調器31、光ファイバ増幅器32、33、光ファイバ23、合波器22、非線形光学素子10より構成されている。

【0020】波長 λ_a の光源20から出力される光は外部変調器31、光ファイバ増幅器(EDFA、Erbium Doped Fiber Amplifier)32、合波器22を通して非線形光学素子10に入力される。波長 λ_b の光源21から出力される光は光ファイバ増幅器33、合波器22を通して非線形光学素子10に入力される。

【0021】非線形光学素子10は2次の非線形性を持つ媒質、例えばKDP(KH_2PO_4)を用いて薄膜の光導波路を形成している。2次の非線形性により、非線形光学素子10から出力される周波数成分には $f = f_b - f_a$ の光が含まれる。ここで、 C は光速であり、 $f_b = C/\lambda_b$ 、 $f_a = C/\lambda_a$ である。この時、 f_b と f_a が近い値になってくると周波数 f は低くなり、光の領域から電波の領域に移る。この周波数 f の電波は非線形光学素子10から直接放射しても良いし、一旦導波管等を通してから放射しても良い。電波を放射するまでに、途中で電子回路は全く必要ないので、電子回路の性能に起因する制限は受けない。例えば100GHzの電波を発生させるには、 $\lambda_a = 1550.000\text{nm}$ 、 $\lambda_b = 1550.801\text{nm}$ とすれば良い。なお、非線形光学素子10からは $2 \times f_a$ 、 $2 \times f_b$ 、 $f_a + f_b$ の光も放射されるが、これらはここでは使用しない。

【0022】図2は、図1に示した電波発生器における信号の変化の説明図である。 f_a と f_b は光の領域にあるが、これらの差の周波数 $f (= f_b - f_a)$ は電波の領域にある。

【0023】なお、図1の構成で光ファイバ増幅器32、33を用いたのは非線形光学素子10への光入力パワーを出来るだけ大きくするためである。非線形光学素子10の2次の非線形係数は出来るだけ大きい方が望ましいが、一般には小さい。従って、入力光パワーに対する f 成分への変換効率は低いので光ファイバ増幅器32、33は必要となる。

【0024】また、図1では2次の非線形光学効果を用いたが、3次の非線形光学効果を用いても良い。この時、周波数 $f = 2 \times f_a - f_b$ の成分を電波として利用できるように f_a 、 f_b の値を、すなわちそれぞれの光源の発振波長を決めれば良い。同様に5次、7次の非線形光学効果を用いることも可能である。

【0025】図1では光源の数は2つであるが、本発明の内容を制限するものではない。つまり、光源の数を3つ以上に増やしても光周波数の差により電波を発生させることが可能である。

【0026】上述のように、本発明の要点は複数の光源からの光を非線形光学素子に同時に入射して、複数の光の光周波数の差に等しい電波を直接発生させる点にある。従って、極めて高い周波数の電波を容易に発生させることが可能である。

【0027】図3は図1の電波発生器の変形例を示す構成図である。波長 λ_a の光源20、波長 λ_b の光源21を備え、光源20から出力される光は外部変調器31、光ファイバ増幅器32、合波器22を通して光ファイバ型非線形光学素子11に入力される。光源21から出力される光は光ファイバ増幅器33、合波器22を通して光ファイバ型非線形光学素子11に入力される。

【0028】光ファイバ型非線形光学素子11は、石英系ガラスファイバであって、中心対称な構造にすると2次の非線形光学効果を持たないため、コア形状を楕円にした楕円コア型偏波面保存光ファイバを用いている。また、この光ファイバ型非線形光学素子11は、図3に示すように非線形係数を長さ方向に変化させており、光源から遠くなるほど大きくなっている。非線形係数を長さ方向に変える方法は、例えば楕円コアの屈折率を長さ方向に変えても良い。このようにすれば、光ファイバ型非線形光学素子11に入力した光は光ファイバを進むにつれ徐々に電波に変換されて行き、この係数の分布を適宜設定すれば単位長さあたりの電波の放出パワーを一定にすることができる。従って、細長いエリアに一定の強さで電波を放射する場合に有効な方法である。

【0029】なお、図1の電波発生器で説明したのと同様、本変形例でも光源の数を変えたり、3次、5次、7次の非線形光学効果を利用して、様々な方法で電波の発生が可能である。

【0030】

【発明の効果】本発明の電波発生器によれば、極めて高い周波数の電波を容易に発生させることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の電波発生器の一実施例を示す構成図である。

【図2】図1の電波発生器の信号周波数変化の説明図である。

【図3】図1の電波発生器の変形例を示す構成図である。

【図4】従来の電波発生器の構成図である。

【図5】図4の電波発生器の信号周波数変化の説明図である。

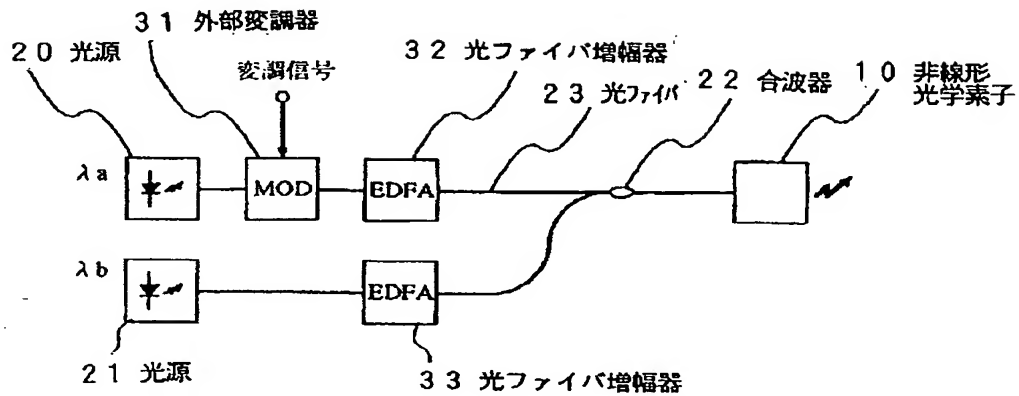
【符号の説明】

- 10 非線形光学素子
- 11 光ファイバ型非線形光学素子
- 20 光源(波長 λ_a)
- 21 光源(波長 λ_b)
- 22 合波器
- 23 光ファイバ

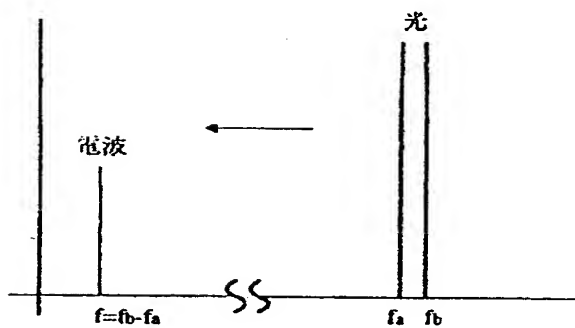
31 外部変調器
32、33 光ファイバ増幅器
40 フォトダイオード

41 増幅器
50 アンテナ

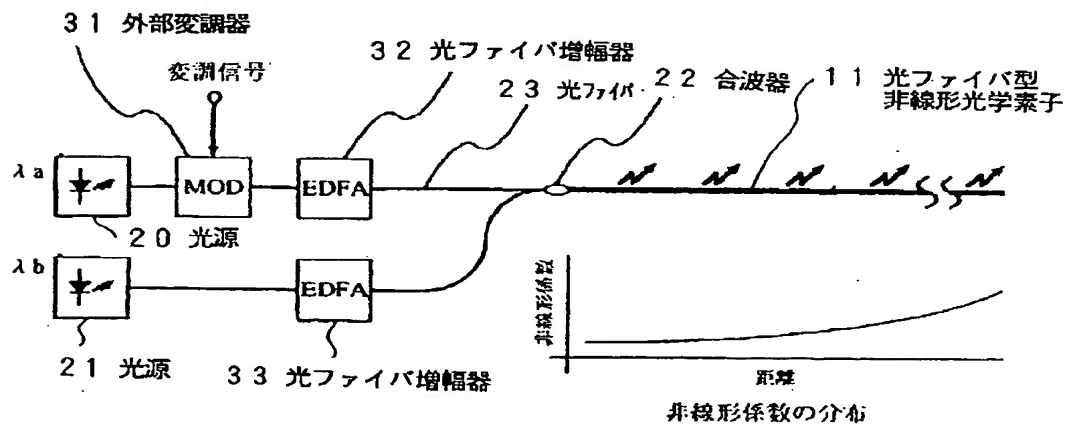
【図1】



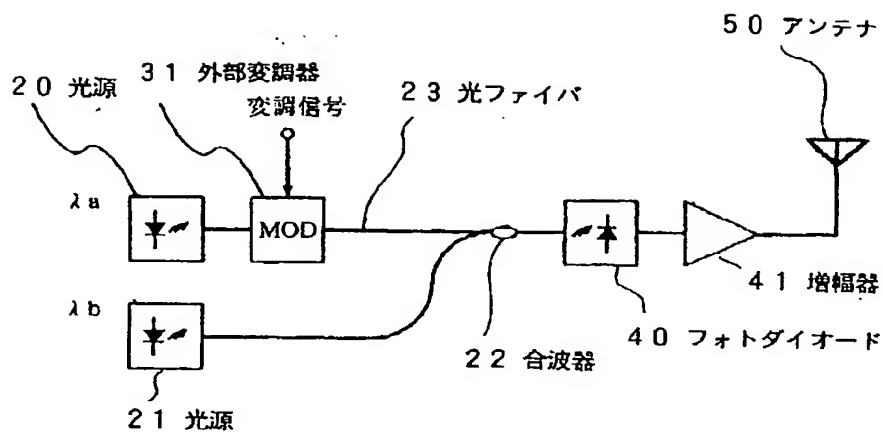
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

